



TUGAS AKHIR - EE 184801

PERANCANGAN ANTENA RADIO KOMUNIKASI LAUT DENGAN KONFIGURASI KOMPAK UNTUK KAPAL NELAYAN

Alyasha Shahab
NRP 07111340000111

Dosen Pembimbing
Eko Setijadi, ST., MT., Ph.D.

DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
Fakultas Teknologi Elektro dan Informatika Cerdas
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020



TUGAS AKHIR - EE 184801

**PERANCANGAN ANTENA RADIO KOMUNIKASI LAUT
DENGAN KONFIGURASI KOMPAK UNTUK KAPAL
NELAYAN**

Alyasha Shahab
NRP 0711134000111

Dosen Pembimbing
Eko Setijadi, ST., MT., Ph.D.

DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
Fakultas Teknologi Elektro dan Informatika Cerdas
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020

[Halaman ini sengaja dikosongkan]



FINAL PROJECT - EE 184801

***DESIGN OF COMPACT MARINE RADIO ANTENNA FOR
SMALL FISHING BOAT***

Alyasha Shahab
07111340000111

Supervisor
Eko Setijadi, ST., MT., Ph.D.

ELECTRICAL ENGINEERING DEPARTMENT
Faculty of Electrical Technology and Intelligent Informatics
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

PERNYATAAN KEASLIAN

TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya dengan judul “**Perancangan Antena Radio Komunikasi Laut dengan Konfigurasi yang Kompak untuk Kapal Nelayan**” adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan, dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip dan dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar Pustaka. Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, Juli 2020



Alyasha Shahab

NRP. 0711 13 4000 0111

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

**PERANCANGAN ANTENA RADIO KOMUNIKASI LAUT
DENGAN KONFIGURASI KOMPAK UNTUK KAPAL
NELAYAN**

TUGAS AKHIR

*Diajukan guna memenuhi Sebagian Prasyarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik*

Pada

*Bidang Studi Telekomunikasi
Departemen Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Elektro
Institut Teknologi Sepuluh Nopember*

Menyetujui:

Dosen Pembimbing:



Eko Setjadi, ST., MT., Ph.D.

NIP. 197210012003121002



[Halaman ini sengaja dikosongkan]

PERANCANGAN ANTENA RADIO KOMUNIKASI LAUT DENGAN KONFIGURASI KOMPAK UNTUK KAPAL NELAYAN

Alyasha Shahab
0711134000111

Dosen Pembimbing : Eko Setijadi, ST., MT., Ph.D.

ABSTRAK

Pemanfaatan laut di Indonesia adalah hal yang sangat penting mengingat fakta bahwa Negara Indonesia adalah negara kepulauan, dengan besarnya jumlah pulau yang tersebar di seluruh daerah, maka kemampuan kelautan akan menjadi hal yang paling vital. Salah satu bagian pokok yang akan kami angkat pada Tugas Akhir kami adalah mengenai rendahnya kemampuan armada laut Indonesia dalam hal radar, tepatnya pada antena penunjang. Dengan bentuk antena dipole Omnidirectional yang Panjang dan tipis, akan memudahkan untuk patah karena kencangnya angin laut dan juga karena tersangkut, maka dari itu kami mengusulkan untuk merubah konfigurasi antena microstrip yang akan ditanamkan pada kapal nelayan Indonesia, yang kompak namun tidak mengurangi kualitas komunikasi.

Pada tugas akhir ini penulis mengusulkan simulasi perancangan antena wideband omnidirectional UHF yang disusun dari antena patch, sehingga lebar dan tinggi antena dapat ditekan sedemikian hingga peletakan antena maupun kecepatan kapal tidak berpengaruh pada kinerja dan masa hidup antena komunikasi. Frekuensi yang digunakan adalah 2.4 GHz.

Dari hasil plotting simulasi menggunakan software HFSS, didapatkan konfigurasi antena mikrostrip *rectangular* dengan *Return Loss* yang telah masuk pada range yang diinginkan yaitu sebesar -10.37 dB, dan Sedangkan hasil plot VSWR bernilai 3.54 dB, yang mana seharusnya lebih kecil dari 2 dB membuktikan bahwa impedansi masih belum match. Bandwidth tidak bisa dicari karena nilai VSWR tidak lebih kecil dari 2 dB. Gain antena didapatkan sebesar 2.91 dB, masih kurang dari minimal Gain yaitu 3 dB.

Kata Kunci: *Antena Patch, Frekuensi Wideband, Komunikasi Laut, Omnidirectional*

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

DESIGN OF COMPACT MARINE RADIO ANTENNA FOR SMALL FISHING BOAT

Alyasha Shahab
0711134000111

Supervisor : Eko Setijadi, ST., MT., Ph.D.

ABSTRACT

Marine resources in Indonesia is very important, given the fact that Indonesia is an archipelago country. With large number of islands scattered throughout the region, then marine capabilities will be the most vital thing. One of the main idea that will be raised in this Final Task is about the low capability of the Indonesian navy in terms of radar, precisely on supporting antennas. With the usual shape of the long and thin Omnidirectional dipole antenna, it will be easy to break due to strong wind and also because it gonna be stuck under some ow bridges. So, we propose to change the configuration and antenna's material to be embedded in Indonesian fishing boats and patrols. So that it will get more compact, but does not reduce the quality of communication.

Therefore, this final task proposes the design .of UHF omnidirectional wideband antenna configuration composed of patch antennas, so that the width and height of the antenna can be compact, the placement of the antenna will be easier and ship speed does not affect the performance and the antenna lifespan. The frequency being use is 2.4 GHz, and with *tile* antenna shape, by finding the highest efficiency and VSWR, but keeping it cheap.

From the simulation plotting results using HFSS software, a rectangular microstrip antenna configuration with *Return Loss* that has entered the desired range is -10.37 dB, and the VSWR plot result is 3.54 dB, which should be less than 2 dB, proving that the impedance is still not yet match. Bandwidth cannot be searched because the VSWR value is not smaller than 2 dB. Gain of the antenna is 2.91 dB, still less than the minimum Gain of 3 dB.

Keywords: *Microstrip Antenna, Wideband Frequency, Naval Communication, Omnidirectional*

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah S.W.T atas rahmat, pertolongan, dan segala kemudahan dalam proses penyusunan buku ini. Tak lupa juga shalawat serta salam diucapkan kepada Rasulullah Muhammad S.A.W terus hingga akhir jaman. Karena rahmat dan karunia-Nya lah penulis dapat menyelesaikan buku Tugas Akhir berjudul **“Perancangan Antena Radio Komunikasi Laut dengan Konfigurasi yang Kompak untuk Kapal Nelayan”** sebagai syarat untuk syarat sebelum melaksanakan sidang Tugas Akhir untuk kelulusan dari program Sarjana Teknik Elektro Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan buku Laporan Tugas Akhir ini masih berisikan banyak kekurangan, kesalahan besar maupun kecil. Berikut nama-nama yang telah membantu penulis:

1. Allah S.W.T yang masih memberikan rahmat dan kemudahan untuk dapat diberikan keringanan dalam setiap saat.
2. Ayah, ibu, dan kedua kakak saya, yang terus memberikan semangat, dorongan, dan juga doa.
3. Bapak Eko Setijadi, ST., MT., Ph.D. selaku pembimbing, atas kesabaran, arahan, dan dorongan kepada penulis.
4. Bapak Dedet Candra Riawan, ST., M.Eng., Ph.D., Bapak Dr. Dimas Anton Asfani, ST., MT., dan Bapak Mochamad Abdul Chamid atas segala bantuan kepada penulis.
5. Jajaran Dosen Elektro ITS yang tidak bisa disebut Namanya satu-persatu.

Surabaya, Juli 2020

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan dan Manfaat	2
1.5 Metodologi Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II DASAR TEORI	6
2.1 Laut Indonesia.....	6
2.2 Daerah Penangkapan Ikan.....	6
2.3 Antena	7
2.4 Antena Mikrostrip	7
2.4.1 Dimensi <i>Patch</i> Mikrostrip Antena	10
2.5 Teknik Pencatuan Antena Mikrostrip	12
2.5.1 <i>Coaxial Feed</i>	12
2.5.2 <i>Microstrip Feed Line</i> / struktur planar	13
2.5.3 <i>Aperture Couple Feed</i>	14
2.5.4 <i>Proximity Couple Feed</i> Teknik Pencatuan Antena Mikrostrip.....	15
2.6 Parameter Antena Mikrostrip	16
2.6.1 <i>VSWR</i>	16
2.6.2 <i>Directivity</i>	17

2.6.3 Gain	17
2.6.4 HPBW	18
2.6.5 <i>Bandwidth</i>	19
2.6.6 Parameter S	20
2.6.7 <i>Return Loss</i>	20
2.6.8 Pola Radiasi	21
2.6.8.1 Pola Radiasi <i>Omnidirectional</i>	22
2.4.8.1 Pola Radiasi <i>Unidirectional</i>	22
BAB III PERANCANGAN DAN SIMULASI ANTENA	24
3.1 Alur Perancangan Antena	24
3.2 Spesifikasi Antena Mikrostrip	25
3.3 Perancangan Antena Menggunakan <i>Software</i> HFSS	26
3.3.1 Dimensi Antena	26
3.3.2 Hasil Plot Parameter S Antena	27
3.3.3 Hasil Plot <i>VSWR</i> (Voltage Standing Wave Ratio) ..	28
3.3.4 Hasil Plot <i>Directivity</i>	28
3.3.5 Hasil Plot Pola Radiasi	30
3.3.6 Hasil Plot Gain	30
BAB IV ANALISA	32
4.1 Analisa Hasil Simulasi	32
BAB IV PENUTUP DAN SARAN	33
5.1 Kesimpulan	33
5.2 Saran	34
DAFTAR PUSAKA	35

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 bagian-bagian penyusun antena microstrip	8
Gambar 2.2: konfigurasi antena microstrip)	9
(Gambar 2.3: Pencatuan Coaxial Feed)	13
(Gambar 2.4: Pencatuan Microstrip Feed Line)	13
Gambar 2.5: Pencatuan Aperture Couple Feed)	14
Gambar 2.6: Pencatuan Proximity Couple Feed)	15
Gambar 2.7: Pola Radiasi Antena)	18
Gambar 2.8: Pola Radiasi Omnidirectional)	22
Gambar 2.9: Pola Radiasi Unidirectional)	22
Gambar 3.1: Flowchart perancangan antena)	24
Gambar 3.2: Dimensi Antena Mikrostrip)	26
Gambar 3.3: Hasil plot Grafik S-Parameter)	27
Gambar 3.4: Tabel S Parameter)	27
Gambar 3.5: Hasil plot VSWR Antena)	28
Gambar 3.6: Directivity dilihat sejajar sumbu Y	29
Gambar 3.7: Directivity dilihat sejajar sumbu X	29
Gambar 3.8: Hasil plot Pola Radiasi antena	30
Gambar 3.9: 3D Plot Gain	31
Gambar 3.10: Hasil plot grafik Gain	31

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia memiliki wilayah seluas 5.18 km, yang mana 3.25 km diantaranya adalah wilayah laut. Maka dari itu, pemanfaatan wilayah laut Indonesia menjadi hal yang sangat penting, melebihi dari pemanfaatan wilayah darat yang hanya sebesar 1.92 km. Indonesia adalah Negara Maritim, menempatkan Indonesia pada peringkat 13 dunia untuk luas wilayah daratan, dan nomer 7 jika menghitung luas total luas keseluruhan wilayah daratan dan laut. Maka dari itu diperlukan adanya usaha-usaha strategis untuk dapat mengenal dengan baik keseluruhan medan laut yang dimiliki, mulai dari spot untuk mengambil/jala ikan, spot berbahaya, laut dalam, dan tidak lupa juga jalur laut.

Selama ini, praktek di lapangan telah menggunakan antena dan juga teknologi-teknologi tepat guna demi keamanan laut Indonesia. Namun jika dilihat dari harga dan juga kemudahan perawatan komponen antena yang telah dipakai selama ini, masih ditemukan sebagian nelayan yang belum bisa menikmati layanan yang ada. Hal ini disebabkan karena mahalnya harga alat komunikasi laut yang beredar, dan juga mahalnya komponen antena jika rusak bengkok maupun patah.

Penelitian ini dilakukan untuk mendesain simulasi antena *microstrip wideband* yang demikian akan memudahkan pemasangan, kendali mutu, perawatan, hingga ongkos fabrikasi. Antena *microstrip* ini akan bekerja pada frekuensi 2.4 GHz, diharapkan dapat mengcover frekuensi laut untuk pemakaian kapal nelayan. Dengan konfigurasi antena yang pipih ataupun

bulat, akan mengurangi hambatan angin, dalam saat yang sama akan mengurangi kemungkinan kecelakaan kerja karena antena putus atau bengkok.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun permasalahan yang akan dibahas dalam tugas akhir ini adalah:

1. Range Frekuensi komunikasi laut
2. Konfigurasi yang dipilih untuk mengatasi *Trade-off* antara fungsi dan juga kesulitan dalam pembuatan(ongkos)

1.3 Batasan Masalah

1. Frekuensi kerja pada 2.4 GHz
2. Penghitungan antenna didasari rumus yang diambil dari buku “Antenna Theory and Design” 3rd Ed.
3. Constraint antena terdiri dari VSWR, pola radiasi, *Gain*, bandwidth, dan parameter S
4. Bahan antena adalah FR-4

1.4 Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menemukan konfigurasi, bahan, dan frekuensi kerja yang tepat untuk dapat ditanamkan di kapal-kapal pancing kecil. Dengan demikian akan menaikkan efisiensi kerja antena, menghilangkan ataupun mengurangi frekuensi penggantian antena karena putus atau bengkok, sesuai dengan tujuan dan *constraint* yang ada

1.5 Metodologi Penelitian

Tugas akhir ini dilakukan dengan menggunakan metode penelitian Sebagai berikut:

1. Studi Literatur

Mempelajari dasar teori antena patch dari jurnal dan buku tentang antena untuk memperdalam pengetahuan atas prinsip kerja dan langkah-langkah perancangan antena menggunakan software simulator.

1. Perancangan dan Simulasi

Perancangan dan Simulasi antena microstrip menggunakan *software* simulator HFSS, dengan meng-input parameter-parameter yang diinginkan, dan juga mengikuti langkah perancangan sesuai dengan yang dianjurkan.

2. Analisa dan Kesimpulan

Hasil plotting dari simulasi HFSS dirupakan dalam bentuk kata-kata, dan dianalisa dan disimpulkan dengan berdasar pada dasar teori antena

3. Penyusunan Laporan

Penulisan laporan Tugas Akhir setelah melakukan konsultasi dan bimbingan dengan dosen pembimbing, sebagai bentuk pertanggungjawaban secara tertulis

1.6 Sistematika Penulisan

Pembahasan tugas akhir ini akan dibagi menjadi lima Bab dengan susunan sebagai berikut:

Bab I: PENDAHULUAN

Pada bab ini akan diuraikan mengenai latar belakang, permasalahan, batasan masalah, tujuan dan manfaat, metode penelitian, serta sistematika penulisan.

Bab II: DASAR TEORI

Bab ini berisi dasar-dasar teori dari perancangan antenna patch, penggunaan u-slot dan parasitik sebagai upaya memperlebar *bandwidth* antenna, serta kinerja parameter yang akan diuji

Bab III: PERANCANGAN DAN SIMULASI

Bab ini menjelaskan tentang metode perancangan antenna patch, menggunakan perhitungan dari buku “Antenna Theory and Design” 3rd Ed.

Bab IV: ANALISA

Bab ini berisi analisa kekurangan-kekurangan yang terdapat dari hasil simulasi dan plot *software* HFSS.

Bab V: PENUTUP DAN SARAN

Bab ini berisi penutup, gagasan lebih lanjut yang dapat diambil untuk pengembangan lebih lanjut, dan juga kekurangan -kekurangan simulasi dan hasil simulasi.

BAB II DASAR

TEORI

2.1 Laut Indonesia

Wilayah Indonesia terletak pada 6 Lintang Utara sampai dengan 11 Lintang Selatan, dan 95 Bujur Timur sampai dengan 141 Bujur Timur. Tersusun dari berbagai macam pulau besar dan kecil yang berjumlah kurang lebih 17.491 pulau (Kementerian Koordinator Bidang Kemaritiman dan Investasi Indonesia (Kemenkomarves), tahun 2019), dan kurang lebih tiga perempat dari wilayah Indonesia (3.25 juta km²) adalah wilayah laut, dan juga memiliki total panjang garis pantai sejauh 108.000 Kilometer (Badan Informasi Geo Spasial (BIG) dan Pusat Hidrografi dan Oseanografi (Pushidros) TNI Angkatan Laut, 2018).

Mengacu pada fakta bahwa wilayah laut Indonesia yang lebih besar dari wilayah darat, berdampak pada potensi sumber daya kelautan yang sangat besar. Secara letak wilayah, Indonesia diapit oleh tiga lempeng besar, yaitu lempeng Eurasia, Lempeng Indo-Australia, dan Lempeng Pasifik, hal ini menjadikan kondisi perairan Indonesia memiliki jenis dan jumlah pergerakan lempeng yang besar, yang dampaknya menimbulkan berbagai jenis arus laut.

2.2 Daerah Penangkapan Ikan

Mengacu pada Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia Nomor PER.02/MEN/2011, tentang Jalur Penangkapan Ikan dan Penempatan Alat Penangkapan Ikan dan Alat Bantu Penangkapan Ikan di Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia, Bab 2 Pasal 3

huruf b, Jalur Penangkapan Ikan II. Yaitu wilayah penangkapan ikan terukur sebesar 12 mil laut, dari permukaan air laut pada surut terendah, juga mengatur mengenai spesifikasi kapal motor nelayan, kelistrikan, lokasi, dan sebagainya.

2.3 Antena

Antena adalah komponen metal yang dapat berbentuk pipih, panjang, maupun bulat, terbuat dari logam konduktor, yang berfungsi sebagai penerima maupun pemancar dalam sebuah proses transmisi. Fungsi antena adalah sebagai alat yang dapat merubah sinyal listrik menjadi gelombang radio elektromagnetik, maupun sebaliknya dari gelombang elektromagnetik menjadi sinyal listrik yang berisi sebuah data. Salah satu bentuk antena yang akan penulis angkat pada penelitian kali ini adalah jenis antena *patch*, dapat disebut juga antena mikrostrip

2.4 Antena *Patch* / Mikrostrip

Antena Patch adalah tipe antena yang memiliki bentuk pipih dan kotak yang menempel di atas *groundplane* dielektrik, dan hanya membutuhkan wilayah yang sempit. Antena Patch dapat dipergunakan sebagai satuan, dan juga gabungan banyak kepingan antena (*Array*), yang menyebabkan antena ini menjadi mudah digunakan sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan sebelumnya. Antena mikrostrip tersusun dari tiga komponen penting, yaitu:

Patch

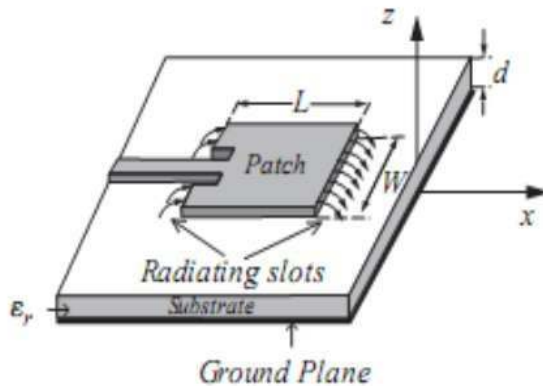
Patch adalah sebuah konduktor metal yang berfungsi untuk meradiasikan gelombang elektromagnetik ke udara. *Patch* dapat berbentuk kotak, persegi panjang, bulat, dll

Substrat Dielektrik

Substrat dielektrik terletak di bawah patch dan menempel, berfungsi menyalurkan gelombang elektromagnetik dari sumber. Bahan dari substrat sangat berpengaruh terhadap *bandwidth*, dan *gain* yang didapatkan dari antenna

Ground

Ground plane berfungsi sebagai ground dari antenna, dapat berupa konduktor.

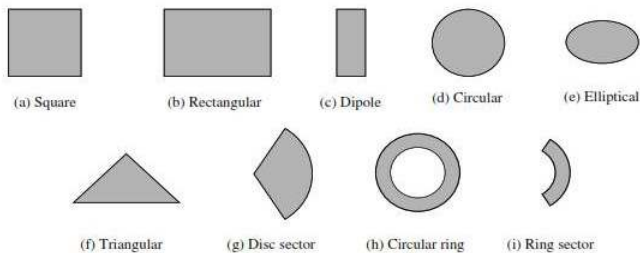


(Gambar 2.1: bagian-bagian penyusun antenna mikrostrip

Beberapa keuntungan antenna patch jika dibandingkan dengan antenna konvensional adalah:

1. Mudah untuk menentukan parameter sesuai yang diinginkan
2. Memiliki ukuran yang kecil
3. Bahan antenna dapat dipilih sesuai kebutuhan
4. Murah

Patch antenna mikrostrip terbuat dari bahan metal yang sangat tipis, t (tebal patch) $\ll \lambda_0$, dengan memilih bahan substrat dan patch sedemikian hingga mendapatkan eksitasi/konfigurasi medan sesuai dengan yang diinginkan. Mikrostrip menggunakan konfigurasi berbentuk *rectangular*, maka $l < L$ (Panjang patch) $< \lambda_0$, dengan $\lambda_0 = 3 \cdot 10^8$. Patch dan ground dipisahkan oleh lapisan lapisan dielektrik yang disebut dengan substrat (*substrate*)



(Gambar 2.2: konfigurasi antenna mikrostrip)

Bahan substrat dapat dipilih dari berbagai pilihan, mulai dari FR-4, duroid, Bakelite, dll. Pertimbangan dalam memilih bahan terbaik untuk pembuatan antenna adalah, mencari bahan yang memiliki substrat yang tebal, dan konstanta dielectric (ϵ) bahan per satuan yang kecil, karena bahan yang seperti ini dapat memberikan efisiensi yang tinggi.

Beberapa bentuk antenna patch yang dapat dipilih sesuai dengan kegunaan dan perhitungan dapat dilihat pada gambar di atas. Berikut keuntungan dan kerugian dari Antena Mikrostrip/*Patch*

Keuntungan:

1. Ringan

2. Dapat dibuat mengikuti bentuk / kontur permukaan
3. Mudah fabrikasi
4. Dapat dibuat sekecil mungkin
5. Memiliki lebih dari dua dan tiga frekuensi kerja yang berbeda

Kerugian:

1. *Bandwidth* yang sempit
2. *Gain* rendah
3. Daya rendah

Penggunaan Antena Mikrostrip sangat luas, diantaranya:

1. Radar
2. Telemetri untuk komunikasi, misil, dll
3. Satelit
4. Komunikasi laut
5. *Pager*

2.4.1 Dimensi *Patch* Mikrostrip Antena

1. Lebar patch antenna(W):

$$= \frac{\text{---}}{\text{---}}$$

2. Panjang patch antenna(L)

$$L = \frac{L_0}{\sqrt{\epsilon_{eff}}} - 2\Delta L \text{ atau } \frac{L_0}{\sqrt{\epsilon_{eff}}} \quad (2.1)$$

3. Konstanta Dielektrik efektif antenna (ϵ_{eff}):

$$\epsilon_{eff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left[\frac{1 + 12 \frac{h}{L}}{2 + 12 \frac{h}{L}} \right]^2 \quad (2.2)$$

4. Perubahan panjang antena (ΔL):

$$\Delta L = 0.412h \frac{(\epsilon_r + 1)(\epsilon_{eff} + 1.39)}{(\epsilon_r + 1.39)(\epsilon_{eff} + 1.4)} \quad (2.3)$$

5. Frekuensi Resonan (fr):

$$f_r = \frac{c}{\sqrt{\epsilon_{eff}} L} \quad (2.4)$$

Keterangan:

f_r = Frekuensi resonan yang diinginkan

ϵ_r = Konstanta Dielektrik

c = Kecepatan cahaya di ruang bebas (3×10^8)

$h = \text{tebal / tinggi substrat}$

2.5 Teknik Pencatuan Antena Mikrostrip

Teknik pencatuan antena microstrip digunakan untuk mendapatkan radiasi langsung maupun tidak langsung dari konektor ke *patch*. Dengan mengontrol posisi *inset*, dapat *matching* keduanya untuk mendapatkan *bandwidth* yang diinginkan, yaitu dengan mempertimbangkan juga ketebalan dan jenis substrat.

Empat jenis Teknik pencatuan yang banyak digunakan adalah, yaitu:

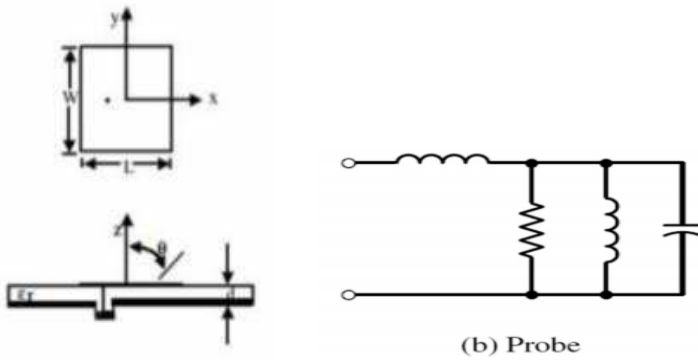
2.5.1 *Coaxial Feed*

Coaxial Feed adalah Teknik yang umum digunakan dalam pencatuan antena microstrip. Dapat dilihat pada gambar di bawah, konduktor dari saluran *coaxial* melewati bagian dielektrik substrat lalu disambung langsung ke bagian *patch*. Sedangkan bagian luar konduktor tersambung dengan *ground*.

Seperti antena mikrostrip yang seperti biasa, tetap memiliki kelemahan pada sisi *bandwidth* yang sempit dan juga butuh melubangi lapisan substrat untuk konduktor dapat mencapai *patch*. Semakin tebal substrat akan menjadikan makin sulit juga dalam melakukan *matching* impedansi.

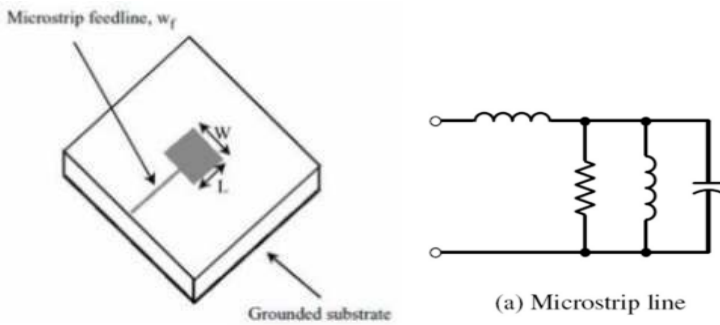
Namun di sisi lain, kemudahan Teknik ini adalah mudah dalam fabrikasi antena, dan juga tingkat sebaran radiasi yang tergolong rendah,

menjadikan Teknik ini menjadi pilihan Ketika substrat dipilih dengan mengedepankan tipis nya bahan.



(Gambar 2.3: Pencatuan *Coaxial Feed*)

2.5.2 *Microstrip Feed Line* / struktur planar



(Gambar 2.4: Pencatuan *Microstrip Feed Line*)

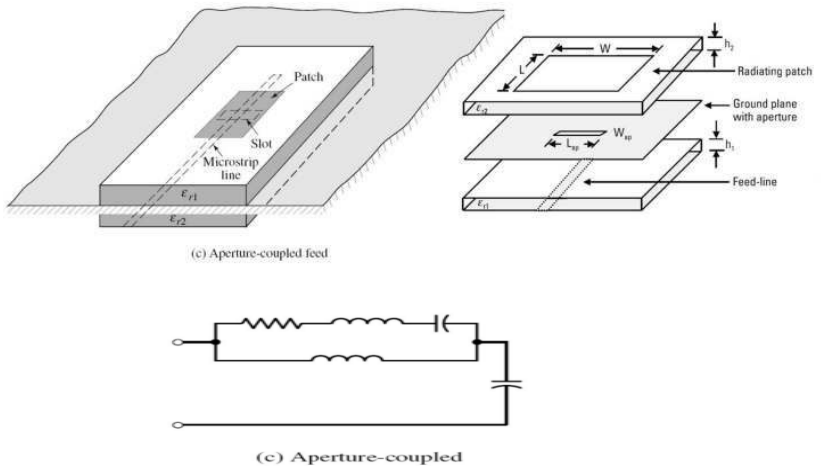
Pencatuan dihubungkan secara langsung dengan *patch* sesuai dengan gambar di bawah. *Feed line* dibuat tipis dan menggunakan substrat yang sama. Dengan membuat cut-in pada saluran *feed*, impedansi *matching* dapat

dicapai tanpa menggunakan bahan tambahan, hanya mengatur posisi dan ukuran sisipan.

Kesulitan penggunaan dari Teknik ini adalah, radiasi terpolarisasi bertambah besar, radiasi saluran juga meningkat seiring bertambahnya tebal substrat. Namun kemudahannya adalah fabrikasi yang mudah, karena kesederhanaan pemodelan dan juga bahan yang sama antara *patch* dan *feed line*

2.5.3 Aperture Couple Feed

Teknik ini menempatkan dua buah substrat, satu di bawah *patch*, dan menambahkan satu substrat di bawah *groundplane*, dan saluran *feed* dihubungkan dari *slot* di tengah substrat *ground* sebagai jalan ke *patch*. Hal ini menyebabkan radiasi tersebar dari antena dapat ditekan sekecil mungkin.

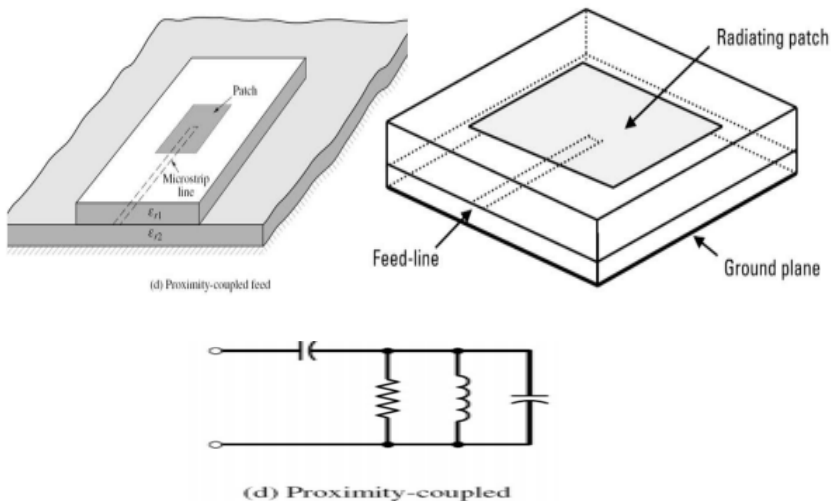


(Gambar 2.5: Pencatuan *Aperture Couple Feed*)

Substrat dasar dipilih berdasarkan tebalnya bahan dan konstanta dielektrik, sedangkan substrat atas kebalikannya. Kerugian utama adalah rumit dalam hal pemodelan, penghitungan, dan besarnya biaya fabrikasi.

2.5.4 Proximity Couple Feed

Proximity Couple Feed atau disebut juga skema kopling elektromagnetik, dapat dilihat pada gambar, memerlukan dua substrat dielektrik dan *feed line* yang dilewatkan di antara dua substrat.



(Gambar 2.6: Pencatuan *Proximity Couple Feed*)

Sama dengan *Aperture Couple Feed*, radiasi saluran dapat ditekan menjadi sangat kecil. Teknik ini memberikan *bandwidth* yang lebar yang disebabkan oleh kenaikan keseluruhan ketebalan microstrip antenna *patch*.

Keuntungan yang terakhir adalah mudah untuk *matching* impedansi, dengan cara mengontrol rasio panjang garis saluran dan lebar ke *patch*.

Kesulitan utama Teknik ini adalah sulitnya dalam hal fabrikasi, perlu keakuratan tinggi untuk menggabungkan dua *layer* substrat yang memiliki beda konstanta dielektrik.

2.6 Parameter Antena Mikrostrip

2.6.1 VSWR (Voltage Standing Wave Ratio)

VSWR adalah perbandingan antara maksimum V_{max} dan minimum V_{min} . Saluran transmisi memiliki dua komponen tegangan yang berbeda, yaitu tegangan ditransmisi atau dikirimkan, dan satu lagi adalah tegangan yang direfleksikan. Perbandingan dari kedua tegangan, tegangan transmisi dan tegangan refleksi disebut juga koefisien refleksi tegangan.

Rumus VSWR:

$$VSWR = \frac{V_{max}}{V_{min}} \quad (2.5)$$

$$VSWR = \frac{1 + |\Gamma|}{1 - |\Gamma|} \quad (2.6)$$

$$\text{Karena } \Gamma = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0}, \quad (2.7)$$

$S_{max} = \frac{1}{1 - |\Gamma|}$, maka

$$VSWR = \frac{1 + |\Gamma|}{1 - |\Gamma|} \text{ dikali dengan } \frac{1}{1 - |\Gamma|}$$

$$VSWR = \frac{1 + |\Gamma|}{1 - |\Gamma|}$$

(2.8)

2.6.2 Directivity

Directivity atau pengarahannya, adalah perbandingan antara kerapatan maksimum daya pada berkas utama, dan daya rata-rata yang terdistribusikan.

Rumus Directivity:

$$D = \frac{U}{U_0} = \frac{P_{max}}{P_{avg}} \quad (2.9)$$

Keterangan:

D = Maximum *Directivity*

U = Intensitas radiasi

U₀ = Intensitas radiasi pada sumber isotropis

X = Daya total radiasi

2.6.3 Gain

Dua jenis parameter Gain antenna, yaitu *absolute gain*, dan *relative gain*. *Absolute gain* pada sebuah antenna yaitu perbandingan antara intensitas pancaran kearah tertentu dan juga intensitas radiasi dari antenna yang terdistribusi *isotropis*

Rumus Gain:

$$G = \frac{U(\theta, \phi)}{U_0} = 4\pi \frac{U(\theta, \phi)}{P_{avg}} \quad (2.10)$$

Relative Gain adalah perbandingan antara perolehan daya intensitas radiasi ke dua arah yang ditentukan sebelumnya, satu antenna

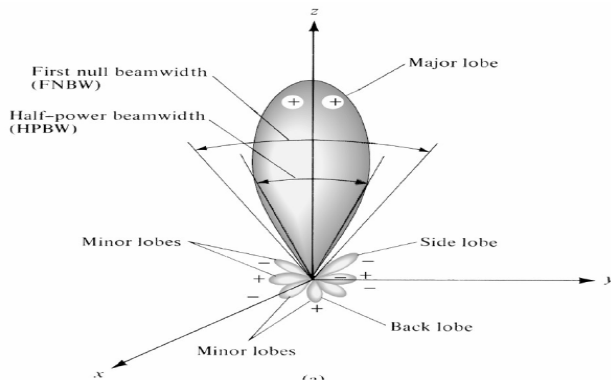
dengan arah tertentu, dan satu lagi antenna referensi yang juga diset ke arah tertentu (non *isotropis*). Diberikan input daya yang sama, hanya berbeda pada antenna *isotropis* sebagai referensi, sedangkan antenna pertama adalah antenna *lossy*. Rumusnya adalah:

$$G = 4\pi \frac{T(\theta, \phi)}{\int_{\Omega} T(\theta, \phi) d\Omega} \quad (2.11)$$

2.6.4 HPBW

Beamwidth adalah lebar beam dari gelombang radio elektromagnetik utama (*main lobe*) yang ditemukan dengan cara menghitung besarnya dari puncak *lobe* utama sejauh 3 dB menurun, dengan rumus:

$$B = \frac{4330}{\sqrt{N}} \quad (2.12)$$



(Gambar 2.7: Pola Radiasi Antena)

Keterangan:

$B = 3 \text{ dB beamwidth (deg)}$

F = frekuensi

d = diameter antena(deg)

Beamwidth dapat juga dicari dengan cara:

$$\beta = \theta_2 - \theta_1 \quad (2.13)$$

Half-Power Beamwidth (HPBW) adalah daerah pada *main lobe* yang dibatasi oleh titik-titik setengah daya, atau -3 dB dari medan maksimum (peak)

2.6.5 Bandwidth

Bandwidth adalah frekuensi kerja efektif dari sebuah kanal maupun antena. Karena *bandwidth* berbentuk range, maka dinyatakan dalam bentuk persen, semakin besar nilai *bandwidth*, maka semakin besar kemampuan pengiriman data, dalam bentuk kanal maupun kapasitas antena. Karena antena microstrip, terutama memiliki *bandwidth* yang tidak besar, maka sangat penting untuk memperbesar kapasitas, dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$\text{Bandwidth} = \frac{\%}{100} \quad (2.14)$$

Dengan,

f1 = frekuensi bawah (Hz)

f2 = frekuensi atas (Hz)

fc = frekuensi tengah (Hz)

Beberapa jenis *bandwidth* di antaranya:

1. *Impedance Bandwidth* adalah range frekuensi antena yang *patch* dan *feed line* nya *matching* secara impedansinya. Nilai *matching* didapatkan dari penghitungan VSWR dan juga Return Loss, yang mana range dari keduanya adalah kurang dari -9,54 dB dan 2 secara berurutan.
2. *Pattern Bandwidth* adalah Ketika *sidelobe/gain* dalam range frekuensi yang telah ditentukan sebelumnya memenuhi permintaan sebelum proses perhitungan dan fabrikasi antena.
3. *Polarization* adalah range frekuensi di mana terjadinya polarisasi (linier ataupun melingkar) masih tetap ada, namun tidak lebih besar dari 3 dB.

2.6.6 Parameter S

Dapat dicari dari Return Loss

2.6.7 Return Loss

Return Loss adalah perbandingan tegangan refleksi atau ditangkap, dengan tegangan terpancar, yang disebut juga koefisien refleksi tegangan (Γ)

Return Loss:

$$\Gamma = \frac{L(N)WM; oqk}{L(N)uM; uvMp} = \frac{L\%}{L} \quad (2.15)$$

Return Loss dapat disebut juga sebagai *Losses* atau kehilangan-kehilangan yang diterima dalam proses transmisi, dikarenakan tidak *matching* nya impedansi beban.

$$\text{Return Loss (dB)} = 20\text{Log}|\Gamma| \quad (2.16)$$

2.6.8 Pola Radiasi

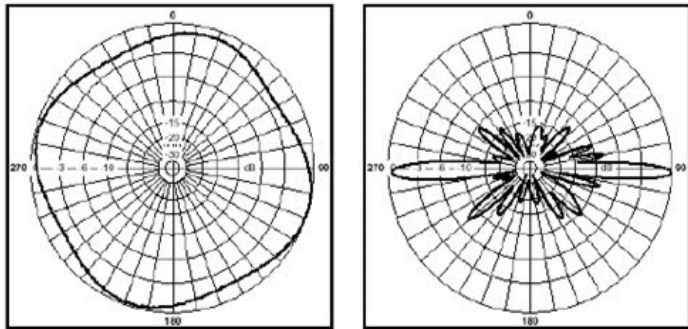
Pola radiasi dapat dilihat dari hasil pemodelan CST, maupun dihitung dengan menggunakan model *slot* peradiasi. Dua jenis pola radiasi, yaitu:

- a. Pola Radiasi Mutlak, ditampilkan dalam satuan mutlak daya medan radiasi
- b. Pola Radiasi Relative, ditampilkan dalam satuan relative daya medan radiasi. Hasil pola radiasi dibandingkan dengan antenna *isotropis* yang dihitung dengan menggunakan metode transfer gain

Pola radiasi terbagi menjadi dua, yaitu medan jauh dan medan dekat. Sesuai dengan istilahnya, jika pola radiasi medan dekat yaitu medan radiasi yang dekat dengan antenna, begitu pula sebaliknya dengan medan jauh. Perbedaannya adalah radasi pada medan jauh antenna adalah hal yang baik, maka dari itu pola radiasi antenna diukur pada medan jauh. Jauh dan dekatnya jarak antenna dengan pengukuran pola radiasi erat kaitannya dengan besar panjang gelombang yang ditentukan.

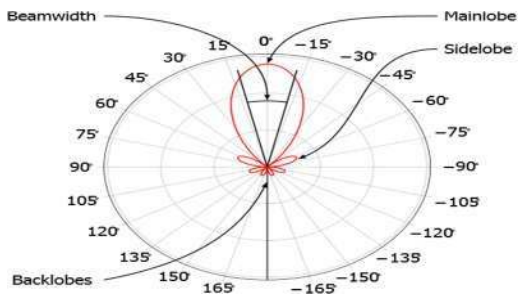
2.6.8.1 Pola Radiasi *Omnidirectional*

Antena *Omnidirectional* memiliki pola radiasi medan jauh ke semua (banyak) arah. Pada umumnya antena *omnidirectional* memiliki pola radiasi sebesar 360 atau ke segala arah, sehingga pembacaannya seperti gambar di bawah.



(Gambar 2.8: Pola Radiasi *Omnidirectional*)

2.6.8.2 Pola Radiasi *Unidirectional*



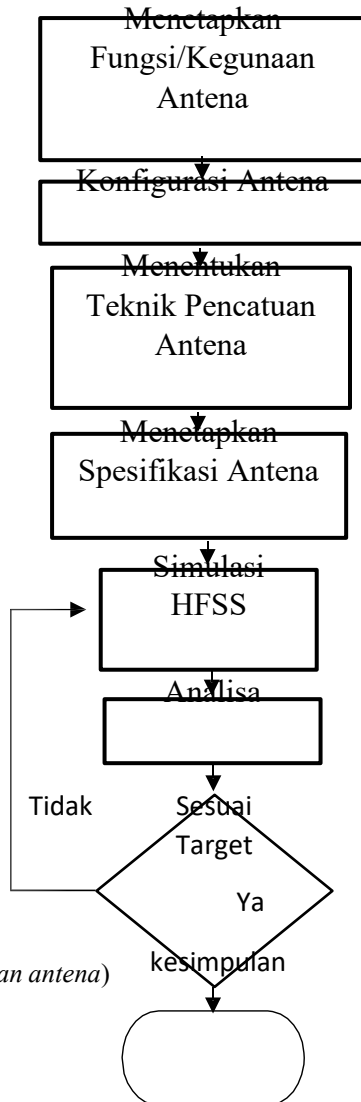
(Gambar 2.9: Pola Radiasi *Unidirectional*)

Sedikit berbeda dengan *Omnidirectional*, antenna *unidirectional* memiliki pola radiasi yang relatif satu arah, atau terarah sesuai dengan spesifikasi yang diberikan dan ketelitian simulasi dan juga fabrikasi

BAB III

PERANCANGAN DAN SIMULASI ANTENA

3.1 Alur Perancangan Antena



(Gambar 3.1: Flowchart perancangan antenna)

Bab ini akan membahas proses merancang dan desain antena microstrip menggunakan software HFSS, dengan frekuensi kerja (f_r) pada 2.4 GHz. Proses dan langkah-langkah pengerjaan akan dijelaskan menggunakan *flowchart* di bawah ini. Diawali dengan menentukan bahan antena, substrat, dan ground, lalu menentukan parameter-parameter pendukung lainnya, seperti h dan Impedansi.

Software HFSS 15.0 digunakan untuk mendesain bentuk antena, dan mengukur hasil kerja antena yang bekerja pada ruang bebas (*air*). Hasil dari pengukuran yang didapatkan akan diteruskan untuk perbandingan dengan performa yang telah selama ini dirasakan menggunakan antena konvensional untuk komunikasi pada kapal nelayan.

3.2 Spesifikasi Antena Mikrostrip

Sebelum melakukan perancangan menggunakan HFSS, terlebih dahulu diperlukan untuk menentukan parameter utama dalam menemukan hasil dari simulasi, berikut parameter yang diinginkan:

Tabel 3.1: Spesifikasi Parameter Antena Mikrostrip

Parameter	Nilai yang Diinginkan
<i>Return Loss</i>	< -10 dB
<i>VSWR</i>	< 2
<i>Bandwidth</i>	> 20%
<i>Gain</i>	> 3 dB

Setelah menentukan parameter pengukuran, kemudian menentukan spesifikasi khusus terkait dengan simulasi menggunakan *software* HFSS

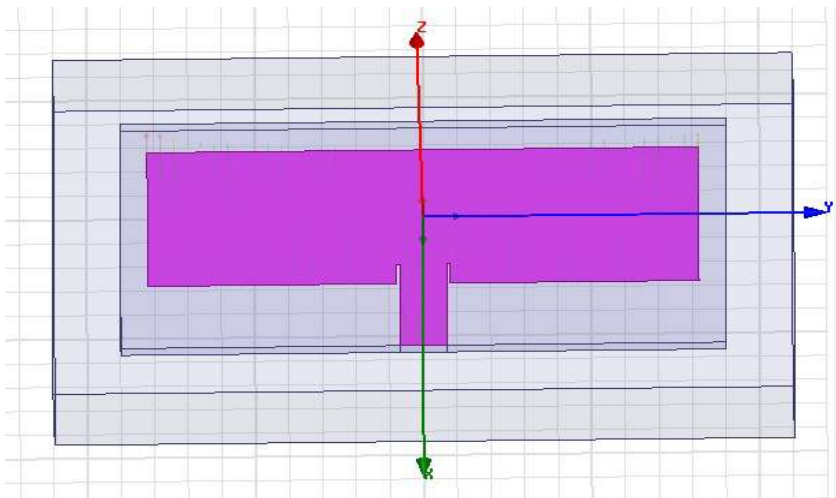
Tabel 3.2: Spesifikasi substrat dan *patch* antena

Parameter	Nilai
Frekuensi	2.4 GHz
Bahan Substrat	FR-4
Bahan <i>Patch</i>	Tembaga
Konstanta Dielektrik (ϵ_r)	4.4
Tebal Substrat (h)	2 mm

3.3 Perancangan Antena Menggunakan *software* HFSS

3.3.1 Dimensi Antena

Dengan menggunakan kalkulator elektromagnetik antena microstrip, dapat ditentukan Panjang, lebar, *patch* antena, setelah diplot dan disesuaikan, dilakukan pengukuran dan perbaikan sesuai dengan kebutuhan, berikut data *patch* pada simulasi:

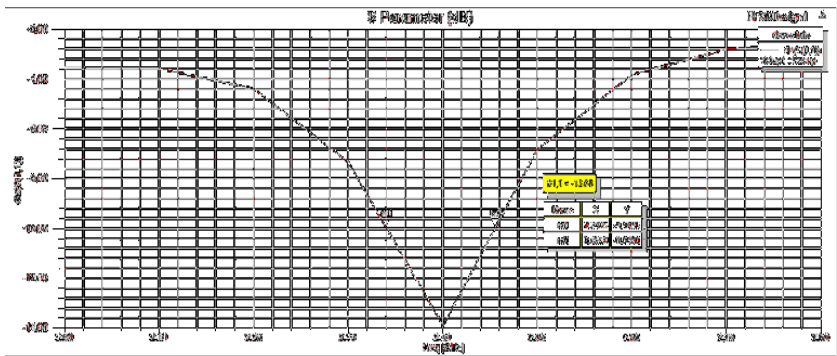


(Gambar 3.2: Dimensi Antena Mikrostrip)

1. L_p (Panjang *patch*) : 82 mm
2. W_p (Lebar *patch*) : 28 mm
3. h (tebal substrat) : 2 mm
4. L_s (panjang substrat) : 90 mm
5. W_s (lebar substrat) : 47 mm

3.3.2 Hasil Plot Parameter S Antena

Dicari Parameter S antena dengan cara klik kiri pada Result, lalu memilih ‘Create Modal Solution Data Report’ lalu dipilih ‘Rectangular Plot’. Gambar di bawah adalah hasil plot Parameter S:



(Gambar 3.3: Hasil plot Grafik S-Parameter)

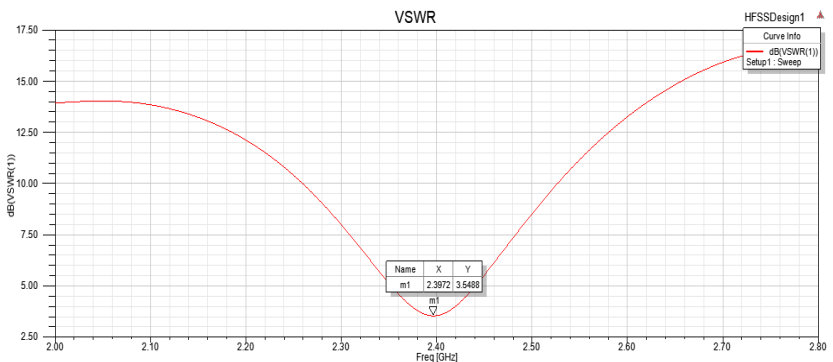
	Freq [GHz]	dB(S(1,1)) Setup1 : Sweep
1	2.000000	-3.542585
2	2.100000	-3.578979
3	2.200000	-4.394238
4	2.300000	-7.335688
5	2.400000	-13.887833
6	2.500000	-6.821531
7	2.600000	-3.828620
8	2.700000	-2.800814
9	2.800000	-2.568174

(Gambar 3.4: Tabel S Parameter)

Dari hasil plot di atas, didapatkan nilai *return loss* sebesar -13.88 dB pada frekuensi 2.4 GHz. *Return Loss* yang rendah menunjukkan bahwa daya yang dipantulkan sangat kecil dibandingkan dengan daya yang dipancarkan oleh antenna, yang menandakan bahwa hasil simulasi telah sesuai dengan parameter yang diinginkan, dan antenna bekerja normal.

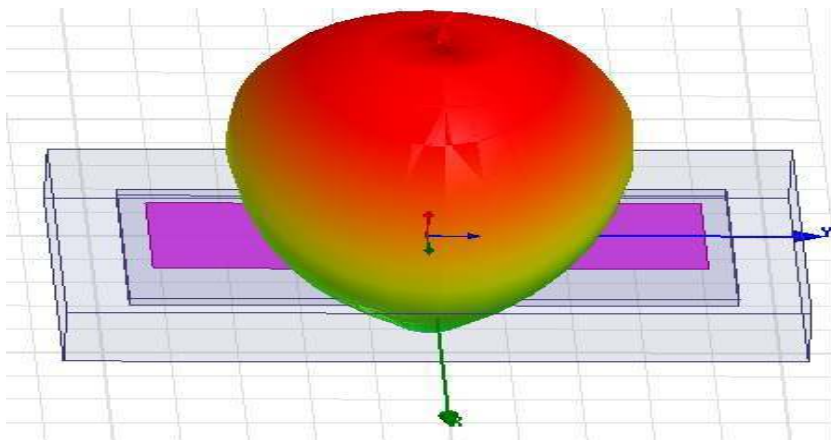
3.3.3 Hasil Plot VSWR (Voltage Standing Wave Ratio)

Hasil plot VSWR dibawah menunjukkan nilai VSWR dari hasil simulasi sebesar 3.54, sesuai dengan parameter VSWR yang diinginkan yaitu <2 , maka hasil masih lebih besar atau masih di luar dari range nilai yang dapat diterima.

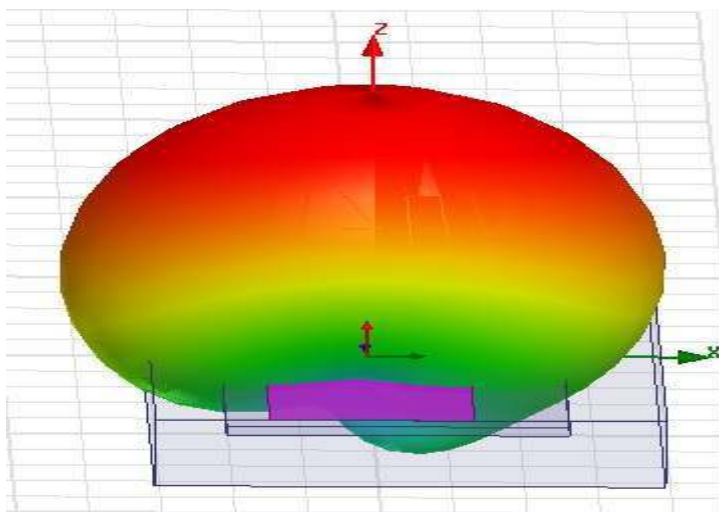


(Gambar 3.5: Hasil plot VSWR Antena)

3.3.4 Hasil Plot Directivity

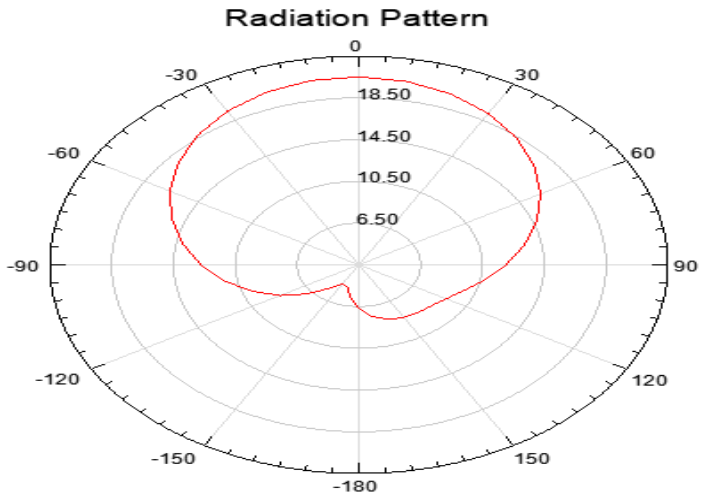


(Gambar 3.6: Directivity dilihat sejajar sumbu Y)



(Gambar 3.7: Directivity dilihat sejajar sumbu Y)

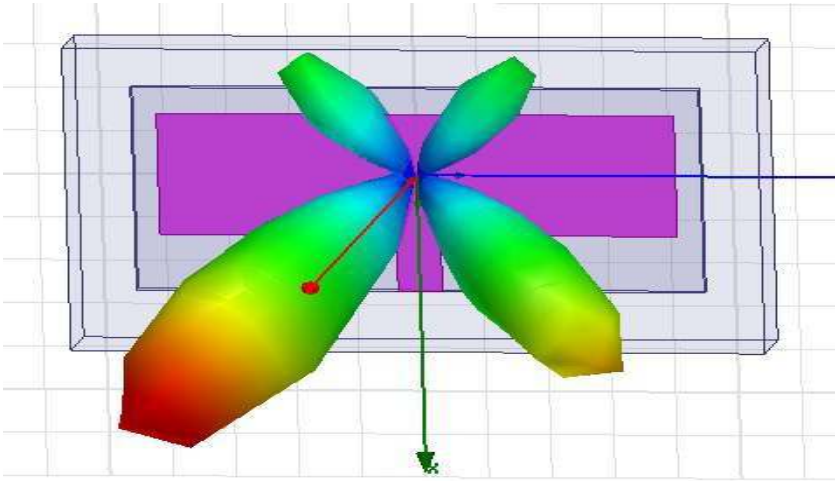
3.3.5 Hasil Plot Pola Radiasi



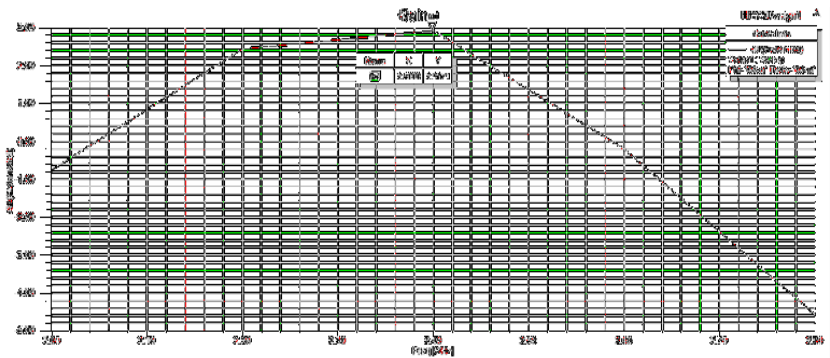
(Gambar 3.8: Hasil plot Pola Radiasi antenna)

3.3.5 Hasil Plot Gain

Gain antenna dari hasil plot HFSS dapat dilihat pada gambar di bawah, menunjukkan Gain yang keluar dari antenna mikrostrip ke segala arah. Dari grafik di bawah menunjukkan nilai maksimum Gain sebesar 2.917 dB, yang membuktikan bahwa hasil Gain simulasi masih sedikit diluar dari range yang diinginkan, yaitu $>3\text{dB}$



(Gambar 3.9: 3D Plot Gain)



(Gambar 3.10: Hasil plot grafik Gain)

BAB IV

ANALISA

4.1 Analisa Hasil Simulasi

Setelah selesai melakukan simulasi dan plotting menggunakan *software* HFSS, didapatkan hasil untuk Parameter S, VSWR, Gain, dan Pola Radiasi antena mikrostrip 2.4 GHz

1. S-Parameter sebesar -13.88 dB yang telah masuk pada range <- 10 dB..
2. VSWR sebesar 3.54 dB, semestinya kurang dari 2 dB, membuktikan bahwa dimensi dari patch antena mikrostrip belum maksimal.
3. *Bandwidth* dan HPBW tidak dapat dicari dari grafik, karena VSWR masih lebih dari 2.
4. Gain dari grafik hasil plot simulasi didapatkan sebesar 2.91 dB.

BAB V

PENUTUP DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Dari hasil simulasi HFSS pada bab 3 dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Nilai S parameter sebesar -13.88 dB telah masuk ke dalam range spesifikasi, maka hasil plotting dapat dianggap berhasil.
2. Nilai VSWR masih lebih besar dari maksimum spesifikasi yang diperbolehkan yaitu 2 dB. Kemungkinan hasil plotting salah karena impedansi belum *match*.
3. *Bandwidth* dan HPBW tidak dapat dicari karena nilai VSWR belum masuk ke dalam range spesifikasi yang diinginkan untuk dapat difabrikasi dan pengukuran.
4. *Directivity* antena mikrostrip menghasilkan pancaran mengarah ke sumbu Z, sehingga sudah tepat dengan yang diinginkan yaitu arah pancaran gelombang keluar dari antena *patch* dari permukaan sumbu Z.
5. *Radiation Pattern* pada medan jauh antena terukur sesuai dengan hasil plotting, digambarkan pada area 360
6. Gain masih didapatkan sebesar 2.91 dB, masih jauh dari yang diinginkan yaitu >3 dB.

4.2 Saran

1. Dengan merubah dimensi *patch* dan juga ketelitian dalam simulasi dapat menghasilkan bentuk S Parameter yang lebih lancip
2. Nilai VSWR yang masih tidak sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan dapat diperbaiki dengan merubah lebar/Panjang inset, maupun masukan inset.
3. *Radioation Pattern* dapat ditampilkan nilai-nilai nya, agar memudahkan pembacaan hasil

DAFTAR PUSTAKA

- [1] C. Balanis, *Antenna Theory, Analysis and Design* 3rd Ed.
- [2] L. Mattioni, and G. Marocco, Member, IEEE, "Design of a Broadband HF Antenna for Multimode Naval Communications—Part II: Extension to VHF/UHF Ranges", *IEEE ANTENNAS WIRELESS AND PROPAGATION LETTERS*, VOL. 6, 2007.
- [3] Sebastian P., Franck C., Mohamed H., and Cyrille Le Meins, "Wideband Omnidirectional and Compact Antenna for VHF/UHF Band", *IEEE ANTENNAS AND WIRELESS LETTERS*, VOL. 10, 2011.
- [4] S. E Jasim, M. A. Jusoh, M. H. Mazwir and S. N. S. Mahmud, "Finding The Best Feeding Point Location Of Patch Antenna Using HFSS," *ARPJ Journal of Engineering and Applied Sciences*, vol. 10, no. 23, 2015.
- [5] Aixin C, Tiehua J, Zhizhang C, Donglin Su, Wenxuan Wei, and Yanjun Z, "A Wideband VHF/UHF Discone-Based Antenna," *IEEE ANTENNAS AND WIRELESS PROPAGATION LETTERS*, Vol. 10, 2011.